

Imagerie hyperspectrale au travers des âges

Martin ECARNOT¹, Nathalie GORRETTA²

1. INRA, Montpellier. martin.ecarnot@inra.fr
2. UMR ITAP, IRSTEA, Montpellier. nathalie.gorretta@irstea.fr

Nées de la recherche en télédétection il y a plus de 25 ans, l'imagerie hyperspectrale a fait ses preuves dans des domaines d'application variées, de l'exploration de la planète Mars, à l'industrie pharmaceutique en passant par la géologie ou le phénotypage des plantes.

Devenu un outil indispensable dans un grand nombre d'industries et de laboratoires de recherche, l'imagerie hyperspectrale et les méthodes de traitement de données associées ont subi des avancées majeures ces dernières années.

L'apparition de caméras hyperspectrales a ajouté une dimension spatiale à l'analyse infrarouge, permettant d'enrichir les modèles spectraux par la possibilité d'obtenir une cartographie des phénomènes étudiés. La combinaison de la dimension spatiale et l'information spectrale a ouvert la porte au développement d'algorithmes d'analyses plus efficaces.

Cette présentation donnera un aperçu de l'évolution de l'imagerie hyperspectrale, de sa création jusqu'à nos jours. Cette évolution sera décrite d'un point de vue des avancées technologiques, des thématiques d'application et des différentes méthodes de traitement de l'information.

Evolution des applications de la SPIR dans le domaine de l'élevage

Denis BASTIANELLI

CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France
SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France
denis.bastianelli@cirad.fr

La SPIR a été utilisée dans le domaine de l'alimentation animales dès les années 70, avec la qualification des fourrages, ainsi que des graines et tourteaux. Dans les années 80 l'utilisation de la SPIR s'est largement généralisée dans l'industrie de l'alimentation où elle est utilisée en routine.

Au cours des 20 dernières années la SPIR a confirmé son potentiel dans le domaine des productions animales, et ses utilisations se sont diversifiées, avec l'amélioration des matériels, la constitution de bases de données importantes permettant une grande robustesse des prédictions, et l'adoption de la technique par la plupart des acteurs du secteur. Les rencontres HélioSPIR ont vu un certain nombre de ces évolutions.

Pour l'analyse des matières premières et des aliments, les industriels (fabricants d'aliments ou firmes service) ont développé des bases d'étalonnage très importante et un savoir-faire pour la gestion de réseaux d'appareils dans les unités de fabrication. La mesure SPIR est sortie du laboratoire et s'est rapprochée de la production avec des mesures « at line » puis « online » à la réception des matières premières ou sur les lignes de fabrication. Elle est maintenant complètement intégrée dans le process de fabrication et la gestion de la qualité. En parallèle les paramètres mesurés sont plus nombreux et des équations ont été développées pour la prédiction de paramètres de valeur nutritive, comme l'énergie des aliments ou la digestibilité de acides aminés. L'analyse par SPIR sur microscope a aussi été mise au point pour détecter des particules de contaminants (farines animales, mélamine) dans les aliments.

L'analyse des fourrages par SPIR est maintenant réalisée en routine dans les laboratoires, permettant une caractérisation rapide et peu onéreuse au service des agriculteurs. Le progrès est surtout venu de la mise au point de matériels transportables qui ont permis d'apporter le spectromètre directement dans l'élevage pour caractériser les fourrages in situ, et donc produire un conseil en temps réel aux éleveurs. Des services sont maintenant offerts par les chambres d'agriculture ou autres acteurs de la filière. En parallèle les approches fécales ont été développées pour prédire la qualité des fourrages ingérés d'après les fèces des animaux : d'abord essentiellement du domaine de la recherche cette technologie est maintenant disponible, dans certaines conditions, comme un service aidant au pilotage des exploitations.

Dans le domaine de la qualité des produits, la SPIR est utilisée pour qualifier les viandes, laits, fromages. Cette technologie est opérationnelle pour la qualification de la composition chimique (matières grasses). De nombreuses autres applications ont été testées pour évaluer la qualité technologique de la viande, l'origine ou le mode de production. Malgré de nombreuses études de faisabilité concluantes, la robustesse des modèles s'effondre souvent lors du passage en conditions réelles et les applications de routine sont rares. Dans le domaine laitier, l'analyse de la composition du lait, très efficace en MIR, est maintenant réalisée aussi par SPIR.

Les applications in vivo restent encore du domaine de la recherche, mais il est probable que les nombreuses recherches en médecine humaine auront dans le futur des applications sur les animaux, pour caractériser l'état de santé ou de nutrition (acidose par exemple chez le ruminant).

Enfin des applications sur la composition des effluents ont été proposées, pour en évaluer la composition et la valeur fertilisante.

La spectroscopie proche infrarouge appliquée au bois à travers les âges

Gilles CHAIX

*CIRAD, AGAP, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, F-34398 Montpellier, France.
Email : gilles.chaix@cirad.fr*

Une des premières publications dans la littérature scientifique concernant le bois atteint la trentaine (Schultz et al. 1990, Wright et al. 1990). Elles provenaient naturellement du monde de l'industrie papetière et concernaient les extractibles, le rendement en pulpe et la cellulose. Pour ceux qui ne le savent pas, encore, le bois c'est 50 % de fibres de cellulose.

La première présentation à HélioSPIR sur le bois date des premières rencontres en 2003. A l'époque à Montpellier, le bois et la SPIR c'était Henri Baillères (Baillères et al. 2002), Riton pour les intimes : « Utilisation de la SPIR pour la prédiction des caractéristiques chimiques, physiques, mécaniques et biologiques du bois », initié par Fabrice Davrieux.

Mais finalement, après ce coup d'éclat, il a fallu attendre les 8ème Rencontres pour revoir du bois : « Apport de la SPIR pour les études génétiques de l'eucalyptus », présenté par votre serviteur, et plus loin encore les 18 et 19èmes Rencontres avec plusieurs présentations à chaque d'elles. Serait-ce un effet président ? ☺

En ce qui concerne la littérature, plusieurs articles de synthèse font le tour de la question (Tsuchikawa 2007, Schwanninger et al. 2011, Tsuchikawa et Schwanninger 2013, Tsuchikawa et Kobori 2015, Hein et al. 2018), nous n'allons pas aller dans le détail. Mais remercions : Saturo Tsuchikawa, Manfred Schwanninger, Hikaru Kobori (pour ces synthèses), et quelques autres fortement contributeurs dans le domaine : L.R. Schimleck, R. Meder, P.R.G. Hein, G. Chaix.